

РОЛЬ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ГЛОБАЛЬНОГО АЭРОНАВИГАЦИОННОГО ПЛАНА ИКАО

В.В. ВОРОБЬЕВ¹, А.В. ВЛАСОВА¹

*¹Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Россия*

Развитие мировой гражданской авиации осуществляется на основе выполнения концепции ИКАО CNS/ATM, которая определила основные стратегические направления повышения эффективности выполнения полетов воздушных судов. На основе этой концепции в последние годы в ИКАО был разработан Глобальный аэронавигационный план, в котором основные стратегические направления реализации концепции CNS/ATM были конкретизированы в так называемые блоки, что сформулировано в виде понятия блочной модернизации Глобальной авиационной системы. При этом в Глобальном аэронавигационном плане указано, что введение новых процедур и систем обеспечения полетов ВС неизбежно вызовет изменения в уровне управления безопасностью полетов. Поэтому ставится задача сохранения, а возможно и повышения, уровня управления безопасностью полетов при внедрении новых процедур и систем в рамках реализации Глобального аэронавигационного плана ИКАО. Немаловажная роль в этом процессе отводится различным радиоэлектронным системам, которые самым непосредственным образом связаны с внедрением новых систем и процедур.

Отсюда возникает общая глобальная задача оценки изменения уровня управления безопасностью полетов при внедрении новых процедур и систем, связанных с использованием радиоэлектронного оборудования как на борту воздушного судна, так и на земле. Отдельные аспекты решения указанной проблемы рассматриваются в представленном материале.

Ключевые слова: Глобальный аэронавигационный план, Глобальный план обеспечения безопасности полетов, блочная модернизация авиационной системы, управление безопасностью полетов, радиоэлектронное оборудование.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие мировой гражданской авиации (ГА) осуществляется на основе выполнения концепции Международной организации ГА (ИКАО) CNS/ATM (Communications, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management – Связь, навигация, наблюдение/Организация воздушного движения (пер. с англ.)) [1–3], которая определила основные стратегические направления дальнейшего повышения эффективности выполнения полетов воздушных судов (ВС) ГА. На основе этой Концепции в последние годы в ИКАО был разработан Глобальный аэронавигационный план (ГАНП), в котором основные стратегические направления реализации концепции CNS/ATM конкретизированы в так называемые блоки, что в итоге было сформировано в виде понятия блочной модернизации Глобальной авиационной системы. При этом в ГАНП указано, что введение новых процедур и систем обеспечения полетов ВС неизбежно вызовет изменения в уровне безопасности полетов (БП). В результате был принят еще один документ ИКАО, а именно, Глобальный план обеспечения безопасности полетов (ГПБП), который дополнил ГАНП в части поддержания имеющегося уровня управления БП и, по возможности, его увеличения при реализации соответствующих процедур и методов в рамках ГАНП. Так как при реализации ГАНП достаточно большая роль отводится бортовым и наземным радиоэлектронным средствам и системам, то возникает задача оценки степени влияния вводимых радиоэлектронных средств и систем (РЭСС) на уровень БП. В то же время в документах Росавиации¹ указывается, что для РФ наиболее целесообразное развитие событий в рамках реализации ГАНП за-

¹ План внедрения навигации, основанной на характеристиках (PBN) в ВПРФ. М.: Росавиация, 2014.

ключается в одновременном внедрении новых РЭСС и в модернизации уже имеющихся РЭСС, что связано с особенностями РФ как объекта выполнения полетов ГА.

Целесообразно рассмотреть отдельные аспекты оценки влияния вводимых и модернизированных РЭСС, по прогнозам ГАНП, на уровень БП в рамках реализации ГПБП.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При рассмотрении вопросов управления безопасностью полетов достаточно много внимания уделяется взаимосвязям возникновения отказов различных систем обеспечения полета ВС с изменением уровня управления безопасностью полетов. Данным вопросам посвящены отечественные [4, 5] и зарубежные [6, 7] публикации. Однако в них рассматриваются общие подходы к решению задачи оценки степени влияния вводимых РЭСС на уровень БП и не конкретизируются собственно сами системы. Далее, необходимо исследовать возможность получения аналитических зависимостей между показателями, определяющими уровень безопасности полетов, и показателями, определяющими качество функционирования РЭСС. Для этого нужно: первое – выбрать соответствующий набор показателей, характеризующих уровень БП, для проведения соответствующего анализа. Второе – выбрать показатели, определяющие качество функционирования РЭСС, которые могут быть использованы для оценки уровня управления БП.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ, ОБУСЛОВЛЕННОЕ КАЧЕСТВОМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЭСС

Структура блочной модернизации (рис. 1) содержит четыре блока, которые должны быть реализованы последовательно во времени, начиная с первого блока и заканчивая четвертым, ориентировочно, в 2028 г. При этом ИКАО не исключает вариантов реализации отдельных блоков в других временных рамках по усмотрению государств – членов ИКАО.

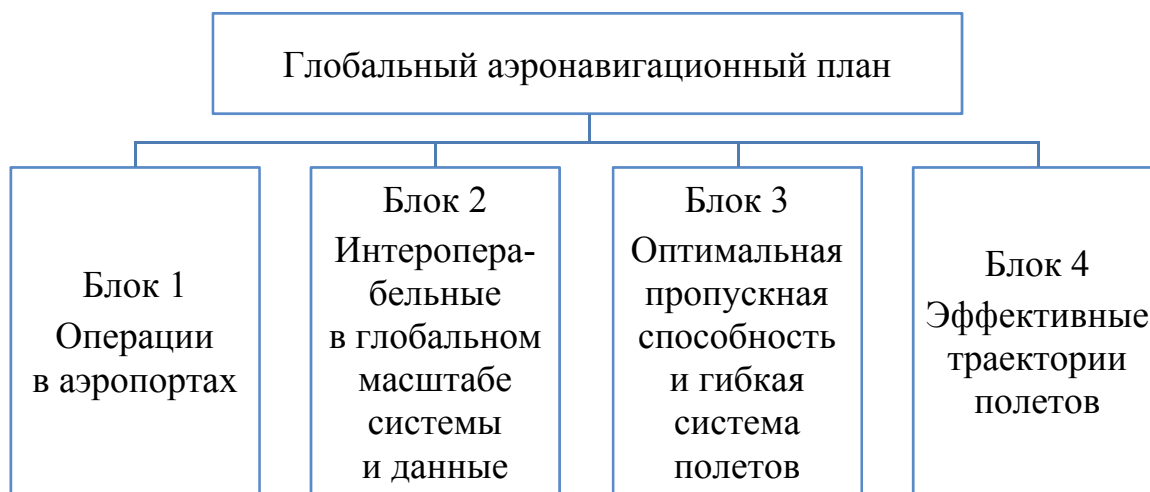


Рис. 1. Структура Глобального аэронавигационного плана
Fig. 1. Global Air Navigation Plan Structure

Известно, что большое количество происшествий происходит в пределах аэропортовой зоны, поэтому ограничимся рассмотрением процедур первого блока модернизации Глобальной аэронавигационной системы «Операции в аэропортах».

В рамках ГАНП первый блок модернизации Глобальной аэронавигационной системы содержит пять модулей (рис. 2).



Рис. 2. Структура блока 1 ГАНП
Fig. 2. Global Air Navigation Plan Block 1 Structure

В аэропортах выполняются следующие операции.

1. Оптимизация схем захода на посадку, включая наведения в вертикальной плоскости, что является первым шагом в направлении повсеместного внедрения заходов на посадку по системам спутниковой радионавигации (ССРН).
2. Повышение пропускной способности взлетно-посадочной полосы (ВПП) за счет оптимизированного эшелонирования с учетом турбулентности в спутном следе.
3. Оптимизация потоков движения по ВПП на основе установления очередности (процедуры взлета и вылета).
4. Безопасность и эффективность наземных операций, т. е. наблюдение за наземным движением в аэропортах в интересах поставщиков аэронавигационного обслуживания (структуры управления воздушным движением (УВД)).
5. Оптимизация операций в аэропортах на основе применения принципов совместного принятия решений в аэропортах, т. е. обеспечение взаимодействия служб УВД и различных служб обеспечения полетов.

Из приведенного перечня модулей, обеспечивающих реализацию первого блока ГАНП, видно, что здесь могут быть задействованы системы радиосвязи и передачи данных, системы радионавигации, включая спутниковые системы, системы наблюдения, т. е. радиолокационные системы и комплексы совместно с системами автоматического зависимого наблюдения (АЗН) радиовещательного (АЗН-Р) и контрактного (АЗН-К) типов.

Структуры, составляющие понятие РЭСС, т. е. системы телекоммуникаций, навигации и наблюдения, в той или иной мере будут влиять на уровень БП уже на первом этапе реализации блочной модернизации Глобальной аэронавигационной системы.

В качестве показателей управления БП, согласно ГПБП, нужно учитывать два показателя, а именно: возможности возникновения фактора опасности и фактора риска при эксплуатации РЭСС. Можно найти аналитические взаимосвязи следующего вида:

$$\begin{cases} \Phi_o = f(\overline{M}), \\ \Phi_p = f(\overline{N}), \end{cases} \quad (1)$$

где Φ_o – показатели, определяющие опасный фактор;
 Φ_p – показатели, характеризующие фактор риска;
 \overline{M} – вектор показателей качества функционирования соответствующих РЭСС, влияющих на показатели опасного фактора;
 \overline{N} – вектор показателей качества функционирования соответствующих РЭСС, влияющих на показатели фактора риска.

На практике в качестве опасного фактора могут быть взяты различные показатели, которые характеризуют возможные последствия возникновения опасного фактора. Например, отсутствие связи при выполнении полета ВС относится к понятию инцидента, т. е. отсутствие связи между экипажем ВС и диспетчером УВД есть опасный фактор, который может привести к таким последствиям, как нарушение норм эшелонирования, возникновение потенциально конфликтной ситуации и т. д.

Соответственно, возникновение опасного фактора может привести к фактору риска. Отказ бортового метеорадиолокатора в сложных метеоусловиях есть инцидент, т.е. отказ метеорадиолокатора является опасным фактором, создающим фактор риска авиационного происшествия.

Показатели качества функционирования РЭСС, а именно векторы \overline{M} и \overline{N} носят нестационарный характер, т. е. они в течение определенного временного интервала могут существенно изменяться в зависимости от имеющейся в данном радиоканале помеховой обстановки. Эта помеховая обстановка зависит от действия помех от других радиосредств, имеющихся в конкретном аэропорту, воздействия помех атмосферного или промышленного происхождения и т. д. В определенные моменты времени действия помех не вызывают снижение показателей качества функционирования РЭСС и не составляют понятия опасного фактора. В то же время возможно такое состояние электромагнитной обстановки, когда снижение показателей функционирования конкретной РЭСС может стать основанием для формирования опасного фактора, влекущего за собой возникновение опасности риска.

В качестве примера можно привести системы передачи информации, работающие в диапазоне высоких частот (ВЧ). Прохождение сигнала в канале ВЧ в значительной степени зависит от состояния ионосферы и, при определенных условиях, возможны прерывания сигнала, вплоть до полной потери связи длительностью до 5 минут [8]. Тогда очевидно, что при спокойном состоянии ионосферы каналы ВЧ передачи информации не представляют основы для создания опасного фактора, а возмущенное состояние ионосферы дает возможность появления опасного фактора.

Такие примеры можно привести для любых систем, использующих РЭСС для целей решения задач телекоммуникации, навигации и наблюдения. Другими словами, функциональное состояние любой радиоэлектронной системы может быть основой для возникновения опасного фактора, что в полной мере определяется условиями помехового воздействия на соответствующий радиоканал [9, 10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показано, что при реализации ГАНП в РФ необходимо особое внимание уделять вопросам совершенствования систем управления БП как в новых разворачиваемых РЭСС, так и в модернизируемых, что отвечает основной стратегии развития ГА РФ на базе внедрения выполнения полетов ВС по методам, указанным в ГАНП. Особое внимание при этом следует уделить особенностям отнесения тех или иных РЭСС к структурам, которые могут создавать опасные факторы для БП.

Эти вопросы и подлежат дальнейшим исследованиям с точки зрения возможности возникновения опасных факторов в РЭСС, причем здесь вряд ли возможны единые подходы к анализу, необходимо отдельно рассматривать системы телекоммуникации, навигации и наблюдения. Кроме того, возможно, целесообразно отдельно рассматривать бортовые и наземные РЭСС с точки зрения поставленных вопросов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция и системы CNS/ATM в гражданской авиации / под ред. Г.А. Крыжановского. М.: Академкнига, 2003.
2. Затучный Д.А., Логвин А.И., Нечаев Е.Е. Проблемы реализации режима автоматического зависимого наблюдения в России. М.: МГТУ ГА, 2012.
3. Спутниковые системы навигации и управления воздушным движением / Д.А. Затучный, А.И. Логвин, Р.Н. Акиншин, К.П. Лихоеденко, Ю.И. Мамон. Тула: ЦНИИМАШ, 2016.
4. Михайлов Ю.Б., Волынский-Басманов Ю.М. Безопасность на транспорте и ее количественная оценка. М.: НУЦ АБИНТЕХ, 2012.
5. Риски и безопасность авиационных систем и комплексов / Г.Н. Гипич, В.Г. Евдокимов, Е.А. Куклев, В.С. Шапкин. М.: ФГУП ГОСНИИГА, 2013.
6. Babak V., Kravchenko V., Vasylyev V. Methods of conflict probability estimation and decision making for air traffic management Aviation. Vilnius, Technika, Vol. 10, no. 1, 2006.
7. Bicchi A., Pallotino L. On Optimal cooperative Conflict Resolution for Air Traffic Management Systems. IEEE Transactions on intelligent transportation systems, Vol. 1, no. 4, 2000.
8. Кузьмин Б.И. Авиационная цифровая электросвязь в условиях реализации «Концепции ИКАО – ИАТА CNS/ATM в РФ». СПб. – Н. Новгород.: ООО «Агентство ВиТ», 2007.
9. Фалькович С.Е., Хомяков Э.Н. Статистическая теория измерительных радиосистем. М.: Радио и связь, 1981.
10. Давыдов П.С., Иванов П.А. Эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования: справочник. М.: Транспорт, 1990.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Воробьев Вадим Вадимович, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА, v.vorobjev@mstuca.aero.

Власова Аруся Витальевна, аспирант 3-го года обучения, ст. преподаватель кафедры организации перевозок на воздушном транспорте, заместитель декана ФУВТ МГТУ ГА, arusya92@mail.ru.

THE ROLE OF NAVIGATIONAL AIDS IN FLIGHT SAFETY MANAGEMENT WITHIN ICAO GLOBAL AIR NAVIGATION PLAN

Vadim V. Vurobyov¹, Arusya V. Vlasova¹

¹*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia*

ABSTRACT

The development of the global civil aviation is provided on the basis of the ICAO Communication and Surveillance/Air Traffic Management Concept, which has determined the basic strategy for further commercial flight management effectiveness improvement. On the basis of this concept a Global Air Navigation Plan has been developed by ICAO recently. The core strategies of CNS/ATM concept were specified and combined into so-called blocks. Thus the term Global Aviation System block upgrade has been introduced. At the same time, GANP states that the introduction of new procedures and flight management systems will inevitably affect flight safety. Accordingly, there is a task of flight safety management level maintaining, or even increasing within the Global Air Navigation Plan implementation. Various air navigational aids play a significant role in the process as they are directly associated with the new systems and structures introduction.

This breeds the new global challenge of flight safety management level change assessment during the introduction of new procedures and systems connected with the use of both navigational aids and instruments. Some aspects of this problem solution are covered in the article.

Key words: Global Air Navigation Plan, Global Flight Safety Management Plan, aviation system block upgrade, flight safety management, navigational aids.

REFERENCES

1. *Kontsepciya i sistemy CNS/ATM v grazhdanskoy aviatsii* [The concept and the system CNS/ATM in civil aviation]. Pod red. G.A. Kryzhanovskogo. M., IKC Akademkniga, 2003. (in Russian)
2. **Zatuchnyiy D.A., Logvin A.I., Nechaev E.E.** *Problemy realizatsii rezhima avtomaticheskogo zavisimogo nablyudeniya v Rossii* [Problems of realisation of automatic dependant supervision in Russia]. M., MGTU GA, 2012. (in Russian)
3. **Zatuchnyiy D.A., Logvin A.I., Akinshin R.N., Lihoddenko K.P., Mamon Yu.I.** *Sputnikovye sistemy navigatsii i upravleniya vozdushnyim dvizheniem* [Satallite systems of navigation and control over airtraffic]. Tula, CNIIMASH, 2016. (in Russian)
4. **Mihaylov Yu.B., Volynskiy-Basmanov Yu.M.** *Bezopasnost' na transporte i ee kolichestvennaya otsenka* [Safety on transport and its quantitative assessment]. M., NUC ABINTEKH, 2012. (in Russian)
5. **Gipich G.N., Evdokimov V.G., Kuklev E.A., Shapkin V.S.** *Riski i bezopasnost' aviatsonnykh sistem i kompleksov* [Risks and safety of aviation systems and complexes]. M., FGUP GOSNIIGA, 2013. (in Russian)
6. **Babak V., Kravchenko V., Vasylyev V.** Methods of conflict probability estimation and decision making for air traffic management Aviation. Vilnius, Technika, Vol. 10, no. 1, 2006.
7. **Bicchi A., Pallotino L.** On Optimal cooperative Conflict Resolution for Air Traffic Management Systems. EEE Transactions on intelligent transportation systems, Vol. 1, no. 4, 2000.
8. **Kuzmin B.I.** *Aviacionnaya cifrovaya elektrosvyaz' v usloviyah realizacii «Konceptii IKAO – IATA CNS/ATM v RF»* [Aviational digital telecom under conditions of the realization of “ICAO concept IATA CNS/ATM in RF”]. SPb. – N. Novgorod., OOO Agentstvo ViT, 2007. (in Russian)
9. **Falkovich S.E., Homyakov Eh.N.** *Statisticheskaya teoriya izmeritel'nykh radiosistem* [Statistical theory of measuring radiosystems]. M., Radio i svyaz', 1981. (in Russian)
10. **Davydov P.S., Ivanov P.A.** *Ekspluatatsiya aviacionnogo radioelektronnogo oborudovaniya. Spravochnik* [Aviation radio-telephony equipment exploitation. Handbook]. M., transport, 1990. (in Russian)

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Vadim V. Vurobyov, Doctor of Technical Science, Professor, Head of Life and Flight Safety Chair of Moscow State Technical University of Civil Aviation, v.vorobyev@mstuca.aero.

Arusya V. Vlasova, 3-d year post graduate student, Assistant of Air Transport Management Chair, Deputy Dean, Department of Air Transport Management, Moscow State Technical University of Civil Aviation, arusya92@mail.ru.

Поступила в редакцию 21.01.2017
Принята в печать 25.05.2017

Received 21.01.2017
Accepted for publication 25.05.2017